FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
1918-1919 2e Série N° 98

TROUBLES AURICULAIRES
CAUSÉS PAR LES EXPLOSIONS

LE MOYEN D'Y REMÉDIER

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 22 Août 1919

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Mention « Médecine »

PAR

M. VERAIN (MARCEL-JULES)

NÉ A NANCY (MEURTHE-ET-MOSELLE), LE 13 FÉVRIER 1889

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. ETIENNE, Professeur . *Président.*
VAUTRIN, Professeur . }
DUFOUR, Prof.-Délég. } *Juges.*
RICHON, Agrégé . . . }

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY
IMPRIMERIE LORRAINE, RIGOT ET Cie

1919

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
1918-1919 2e Série N° 98

TROUBLES AURICULAIRES
CAUSÉS PAR LES EXPLOSIONS
LE MOYEN D'Y REMÉDIER

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 22 Août 1919

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Mention « Médecine »

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PAR

M. VERAIN (MARCEL-JULES)

NÉ A NANCY (MEURTHE-ET-MOSELLE), LE 13 FÉVRIER 1889

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. ETIENNE, Professeur . *Président.*
VAUTRIN, Professeur . }
DUFOUR, Prof.-Délég. } *Juges.*
RICHON, Agrégé . . . }

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY
IMPRIMERIE LORRAINE, RIGOT ET Cie
1919

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Doyen : M. MEYER, ✻, I ✪.
Assesseur : M. WEISS, O ✻, I ✪.
Doyen honoraire : M. F. GROSS, O ✻, I ✪
Professeurs honoraires: MM. BEAUNIS, ✻, I ✪ ; NICOLAS, I ✪ ; PRENANT, ✻, I ✪ ; BERNHEIM, O ✻, I ✪ ; F. GROSS, O ✻, I ✪ ; M. CHRÉTIEN, I ✪.

Professeurs

Clinique chirurgicale	M. WEISS, O ✻, I ✪.
Chimie médicale et Toxicologie	M. GARNIER, I ✪.
Clinique obstétricale et Accouchements	M. A. HERRGOTT, ✻, I ✪.
Hygiène	M. MACÉ, I ✪.
Physiologie	M. MEYER, ✻, I ✪.
Clinique médicale	M. SIMON, I ✪.
Histoire naturelle médicale	M. VUILLEMIN, I ✪.
Clinique ophtalmologique	M. ROHMER, I ✪.
Médecine légale	M. P. PARISOT, ✻, I ✪.
Clinique des maladies des enfants	M. HAUSHALTER, ✻, I ✪.
Histologie	M. BOUIN, ✻, I ✪.
Anatomie descriptive	M. ANCEL, I ✪.
Anatomie pathologique	M. HOCHE, ✻, I ✪,
Clinique médicale	M. ETIENNE, I ✪.
Clinique chirurgicale	M. VAUTRIN, ✻, I ✪.
Clinique des malad. syphilit. et cutanées.	M. L. SPILLMANN, ✻, I ✪,
Physique médicale	M. N...
Médecine opératoire	M. N...

Chargés de Cours complémentaires :

Cliniq. de chir. infantile et orthopédie.	M. FRŒLICH, ✻, I ✪, agrégé libre.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	M. JACQUES, ✻, I ✪, agrégé libre.
Clinique des voies urinaires	M. ANDRÉ, ✻, I ✪, agrégé libre.
Médecine opératoire	M. MICHEL, I ✪, agrégé libre.
Clinique chirurgicale élémentaire (1)	M. MICHEL, I ✪, agrégé libre.
Clinique des maladies mentales	M PARIS. I ✪.
Clinique des maladies des vieillards	M. RICHON, ✻, I ✪, agrégé.
Accouchements	M. FRUHINSHOLZ, ✻, I ✪, agrégé.
Clinique des maladies tuberculeuses (1).	M. PERRIN, A ✪, agrégé.
Clinique des maladies tuberculeuses (1).	M. J. PARISOT, ✻, A ✪, agrégé.
Pathologie externe	M. N...
Thérapeutique et Matière médicale	M N...
Clinique médicale élémentaire (1)	M. N...
Clinique d'électrothérapie	M. N...

Agrégés en exercice :

MM.	MM.	MM.
LAMBERT, I ✪.	COLLIN, A ✪.	BINET, A ✪.
RICHON, ✻, I ✪.	SENCERT, ✻, I ✪.	PERRIN, A ✪.
G. GROSS, ✻, I ✪.	ROBERT, I ✪.	THIRY, ✻, I ✪.
FRUHINSHOLZ, ✻, I ✪.	BUSQUET, A ✪.	FAIRISE, A ✪.
	LUCIEN, ✻, A ✪.	J. PARISOT, ✻, A ✪.

Agrégés libres

MM. REMY, A ✪, FÉVRIER, G ✪ ✻, I ✪, FRŒLICH, ✻, I ✪
JACQUES, ✻, I ✪, ANDRÉ, ✻, I ✪, MICHEL, I ✪.

LAMBERT DES CILLEULS, ✻, ✪, I ✪, Secrétaire honoraire.
M. H. COIFFARD, I ✪, Secrétaire.

(1) Fondation de l'Université.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les improuver.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

Témoignage de ma reconnaissance
et de mon affection

A MA SŒUR

A MON FRÈRE

A mon Président de Thèse

Monsieur le Professeur ETIENNE
Professeur de Clinique Médicale

A mes Juges

Monsieur le Professeur VAUTRIN
Professeur de Clinique Chirurgicale

Monsieur le Professeur DUFOUR
Professeur de Physique Médicale
à la Faculté de Médecine d'Alger

Monsieur le Professeur agrégé RICHON
chargé de la Clinique des Vieillards

A Monsieur le Colonel KAUFFER

A Monsieur le Colonel B. DE VESINS

A mes Chefs et a mes Amis
du 8e Régiment d'Artillerie de Campagne

AVANT-PROPOS

Nous aurions aimé à terminer nos études par un travail de laboratoire ayant trait à la clinique. Les cinq années de guerre que nous avons passées au 8e régiment d'artillerie de campagne nous ont amené à effectuer quelques recherches sur les troubles auriculaires des artilleurs et sur le moyen d'y remédier.

Le plan que nous avons adopté dans ce travail est exactement celui que nous avons suivi au cours de nos travaux.

Après avoir étudié les lésions les plus fréquentes, nous avons consacré le chapitre II à l'étude des phénomènes physiques qui se produisent au départ d'un coup de canon.

Dans le chapitre III nous passons en revue les différents appareils de protection qui ont été proposés par les inventeurs. Le chapitre IV et le chapitre V donnent les résultats de laboratoire et les observations médicales obtenus avec ces différents appareils.

Ayant trouvé beaucoup d'analogie entre les lésions auriculaires des artilleurs et celles des aviateurs, nous

avons exposé dans le chapitre VI le principe d'un casque protecteur basé sur le même principe que nos obturateurs.

Au moment de présenter ce modeste travail, nous sommes heureux de pouvoir assurer de toute notre gratitude nos Maîtres de la Faculté.

Qu'il nous soit permis d'abord d'adresser un respectueux hommage à la mémoire de nos vénérés Maîtres, le professeur Paul SPILLMANN et le professeur SCHMITT, qui nous ont donné dans nos premières années d'études tant de marques d'intérêt.

M. le professeur ETIENNE, dont nous venons d'être l'interne provisoire pendant huit mois, a bien voulu accepter la présidence de cette thèse. Nous le prions de recevoir l'expression de notre profonde gratitude pour l'honneur qu'il nous fait en cette circonstance. Nous nous souviendrons toujours du maître plein de bonté qu'il a été pour nous; mais nous ne saurions lui exprimer toute notre reconnaissance pour le dévouement qu'il nous a témoigné ainsi qu'à notre famille dans des circonstances pénibles.

A M. le professeur VAUTRIN nous adressons tous nos remerciements pour le précieux encouragement qu'il nous donne au début de notre carrière médicale. Il nous a donné l'occasion d'être son élève; nous nous efforcerons d'être digne de l'honneur qu'il nous fait.

Nous avons aussi à cœur de remercier M. le professeur ROHMER et M. le professeur DUFOUR de la grande bienveillance et de la grande bonté qu'ils nous ont toujours témoignées.

Que M. le professeur WEISS et M. le professeur FROELICH soient assurés de toute ma reconnaissance pour les bonnes leçons qu'ils nous ont données dans leur clinique.

Que tous ceux, chefs et amis du 8e régiment d'artillerie de campagne, qui ont bien voulu, pendant ces longs mois de recherches, nous prêter leur concours, soient assurés de toute notre reconnaissance.

Nous tenons à remercier tout particulièrement le colonel KAUFFER et le colonel B. DE VESINS, chez lesquels nous avons toujours trouvé le plus bienveillant appui.

Il est un pieux devoir que nous tenons à remplir. Nous adressons un affectueux hommage à tous nos camarades morts pour la France. Nous nous inclinons avec respect devant leur tombe, leur promettant de ne jamais oublier la dette de reconnaissance que nous avons envers eux.

A vous, mes chers Camarades, qui malheureusement avez été grièvement blessés, j'adresse mon plus affectueux souvenir et je suis heureux de pouvoir vous dire toute mon admiration.

Notre frère, Louis VERAIN, professeur à la Faculté des Sciences d'Alger, a été l'âme de ce travail; c'est lui qui nous a conseillé, c'est lui qui nous a guidé, c'est à lui que nous adressons nos plus affectueux remerciements.

CHAPITRE PREMIER

Généralités. — Lésions Auriculaires

Brusquement, sans aucune période transitoire qui lui permette de s'adapter progressivement, l'organisme du combattant s'est trouvé soumis, dès le début des hostilités, à des conditions physiques et physiologiques auxquelles il n'était pas habitué. Il en est résulté dans tous les cas des désordres dont la nature et la gravité variaient avec l'arme à laquelle appartenait le combattant. Mais alors que tous étaient exposés aux balles, aux obus, aux gaz toxiques, etc.... certains d'entre eux se trouvaient en plus soumis, en raison de leurs fonctions, aux actions de certains phénomènes spéciaux; c'est ainsi que les artilleurs, dont les oreilles recevaient à chaque coup de canon tiré un choc de nature spéciale ont eu à souffrir particulièrement de ces organes. De même les aviateurs, en raison

du martellement causé par l'échappement des gaz du moteur, ont présenté souvent des phénomènes pathologiques de l'oreille et des organes de l'orientation.

C'est à l'étude de ces deux cas particuliers que nous nous bornerons dans notre travail.

Parti dès le début des hostilités avec un groupe d'artillerie de campagne que je n'ai pas quitté jusqu'à la conclusion de l'armistice, j'ai pu étudier les lésions que l'on rencontre souvent chez les artilleurs et j'ai constaté que chez eux l'oreille est presque exclusivement touchée.

Les lésions de l'appareil pulmonaire, que l'on disait se traduire par des hémoptysies, ne sont qu'un mythe et je dois avouer que, pour ma part, je n'ai pas eu connaissance d'un seul cas dans tout le 8e régiment d'artillerie.

Le vaste secteur d'artillerie que j'avais au point de vue médical, lors de l'attaque de Champagne (1915), m'a permis de voir et de soigner sur la ligne de feu un très grand nombre de cas. J'ai donc pu observer des lésions auriculaires immédiatement après le traumatisme, et j'ai pu en suivre l'évolution chez la plupart de mes canonniers lorsque leur hospitalisation n'était pas nécessaire.

D'une centaine d'observations recueillies autour de moi et par moi, j'ai pu tirer les conséquences suivantes :

1° Les tarés d'avant-guerre au point de vue auriculaire fournissent au moins 75 % des malades, et les autres 25 % sont fournis par des hommes qui n'avaient jamais présenté d'affection auriculaire avant leur accident ;

2° Chez les non-tarés auriculaires d'avant-guerre, et à plus forte raison chez les tarés auriculaires, on trouve dans 95 % des cas au moins des lésions du rhinopharynx

du même côté que la lésion auriculaire. Si on examine avec soin les malades, on note soit une imperméabilité de la trompe d'Eustache, soit des végétations adénoïdes, soit une hypertrophie d'un cornet, soit une hypertrophie des amygdales, soit enfin une déviation de la cloison du même côté que la lésion.

Il est certain que la ventilation moins active de ce côté peut favoriser le développement des flores microbiennes; mais, à notre avis, il faut, pour avoir une explication complète, faire intervenir également le facteur mécanique du choc aérien au moment du départ du coup de canon. En effet, grâce à la communication établie par la trompe d'Eustache entre l'oreille moyenne et l'atmosphère, les deux faces du tympan sont soumises en temps normal à la même pression. Mais lors de variations brusques et importantes de pression, la trompe d'Eustache non perméable à tout autre obstacle sur le rhinopharynx empêche l'établissement instantané de l'équilibre de pression sur les deux faces du tympan. Ce dernier se trouve donc soumis à un choc aérien et son élasticité intervient pour atténuer les effets brisants.

En étudiant un peu plus loin la protection de l'oreille, nous verrons que les artilleurs, d'une façon tout empirique, essayent de favoriser le rétablissement de cet équilibre de pression.

Dès que l'on arriva aux formidables consommations de projectiles qui ont caractérisé certaines phases de la guerre, lorsque les pièces de 75 de campagne arrivèrent à tirer plus de 100 coups par pièce pour un simple tir de barrage, le nombre toujours croissant d'hommes qui se présentaient à la visite pour des tampons de cérumen

attira mon attention d'une façon toute particulière. Nous étions restés pendant presqu'un an de guerre sans rencontrer de lésions auriculaires quand, brusquement, pendant l'attaque d'Arras (1915), je vis un certain nombre d'hommes atteints de tampons de cérumen. Cette affection ne fit son apparition qu'après trois semaines de position environ. Notre division partit au repos pendant six semaines et j'avoue qu'à mon grand étonnement je vis disparaître complétement du cahier de visite cette affection. Lors de l'attaque de Champagne (1915), les mêmes faits se reproduisirent et je pus faire les mêmes constatations à chaque attaque et à chaque repos. Il y avait donc là un facteur qui était en rapport avec les traumatismes provoqués par les chocs aériens. Ces tampons traduisaient une réaction de défense de l'organisme. Ils restaient perméables pendant un certain temps, protégeant à merveille le tympan; puis, à la suite d'une détonation, ils venaient s'accoler à la membrane du tympan, ne laissant plus passer aucune onde sonore. Le principal symptôme était une acuité auditive nulle. Assez souvent, chez de jeunes sujets, dont la présence au front n'excédait pas deux mois, j'ai pu constater des bourdonnements et un léger état vertigineux. Ces tampons, en général, sont peu adhérents, très mous, de couleur jaune pâle, ne rappelant en rien les tampons de cérumen que l'on est habitué à rencontrer dans les consultations des cliniques d'oto-rhyno-laryngologie. Un simple lavage à l'eau alcaline arrivait à les dissoudre. C'était toujours les mêmes canonniers que je voyais à la visite pour cette affection, ce qui prouve bien qu'en plus du choc aérien qui était la cause déterminante, il y avait une cause prédisposante imputable

à l'individu. Les observations prouvent que l'on retrouve chaque fois une anomalie ou une lésion sur les voies aériennes supérieures.

L'examen de l'oreille, après ablation de ce tampon, nous révélait un tympan à peine rouge, n'étant nullement irrité et contrastant avec le tympan de l'autre côté qui, n'ayant pas été protégé par un tampon de cérumen, présentait des traces d'irritation.

Mais, malheureusement, tous les artilleurs ne font pas des tampons de cérumen, qui sont le moyen de protection idéal donné par la nature. J'ai pu examiner quantité d'artilleurs qui ne faisaient pas de tampons de cérumen et dont la réaction auriculaire se traduisait par des bourdonnements d'oreille, des sifflements après des tirs violents et prolongés. Ces examens, je les pratiquais immédiatement après les tirs, autant que les exigences du service me le permettaient. Voici, en résumé, les constatations que j'ai pu faire :

Les tympans, en général, étaient rouges, surtout au niveau du manche du marteau. Ils étaient moins mobiles que normalement. Certains hommes présentaient de l'hyperesthésie de l'oreille externe, à un tel point que l'introduction d'un otoscope, même petit, était douloureuse pour eux. L'acuité auditive était fortement diminuée. J'ai suivi à plusieurs reprises des canonniers présentant de ces symptômes pour étudier l'évolution de ces phénomènes. En général, sans l'intervention d'aucun médicament, si l'on a affaire à un jeune artilleur dont la durée de séjour au front ne dépasse pas six mois, tous les symptômes s'amendent graduellement et, au bout de vingt-

quatre heures de repos complet, le tympan n'est plus congestionné; les douleurs ont disparu, le malade n'accuse plus de bourdonnements ni de sifflements et son acuité auditive est presque redevenue normale.

A mon grand regret, je n'ai jamais pu suivre l'évolution de ces troubles après les tirs violents et prolongés qui précédaient les attaques de grande envergure. Nous avions malheureusement, ces jours-là, autre chose à faire qu'à examiner les oreilles.

Chez des individus peu sensibles, nous observions les mêmes symptômes subjectifs, mais plus accentués. Ils se plaignaient de vertiges et j'ai même pu observer quelques cas de vertige labyrinthique. Quelquefois les hommes accusaient le premier symptôme de traumatisme labyrinthique dans la position horizontale. Il n'est donc pas douteux que, dans ces cas, l'oreille externe et l'oreille moyenne n'étaient pas les seules à être touchées et que le labyrinthe était également lésé. J'ai pu alors noter très exactement la triade symptomatique exposée par le docteur Got :

1° Surdité qui peut s'atténuer assez rapidement avec diminution de l'acuité auditive, surtout pour les sons graves;

2° Bourdonnements à types variables;

3° Vertige qui peut aller jusqu'à la chute. Ce symptôme est le premier à s'atténuer.

Ces symptômes de congestion du tympan que nous avons notés ne se rencontrent que chez de jeunes artilleurs. Toute autre est la symptomatologie de ceux qui

sont au front depuis deux ou trois ans. L'examen de l'oreille nous montre un tympan qui n'est nullement rouge, même après les tirs les plus violents. Bien au contraire, leur tympan est blanc mat dépoli, ayant perdu tout reflet. Il n'est plus mobile. Ces hommes se plaignent de sifflements et de bourdonnements, symptômes presque constants. Ils présentent une diminution de l'acuité auditive, diminution qui est permanente et qui s'accentue rapidement dès les premiers coups de canon d'un tir. En général, leur acuité auditive au cours d'une séance de tir arrive à être nulle, et pour qu'elle reprenne la valeur qu'elle avait avant le tir, il faut compter un temps beaucoup plus long que si l'on avait affaire à un sujet jeune.

Je n'ai pas noté un seul cas d'hémorragie intratympanique chez les artilleurs qui se trouvaient à leurs places dans leur peloton de pièce, c'est-à-dire en arrière de la bouche du canon. J'écarte immédiatement les lésions produites par l'éclatement des obus ennemis à courte distance ou par l'éclatement d'une pièce. J'ai pu noter trois cas d'hémorragies intratympaniques au départ de coups français. Une observation particulièrement intéressante est celle du lieutenant X..., de la 2e batterie du 8e régiment d'artillerie.

OBSERVATION I

La pièce de gauche de la deuxième batterie du 8e régiment d'artillerie avait sa bouche juste à l'aplomb d'un boyau. Le lieutenant X... revenait d'un poste d'observation et, au moment où il passait dans le boyau, cette pièce tira. Il ressentit immédiatemant une vive douleur au niveau de l'oreille

gauche et vint me trouver à mon poste de secours qui était à cinquante mètres. Je constatai une petite hémorragie intratympanique gauche siégeant dans le secteur antérieur et supérieur du tympan; toute traction sur le conduit auditif externe était douloureuse, ainsi que l'introduction d'un otoscope. L'acuité auditive était nulle de ce côté; la transmission par le rocher des vibrations du diapason était sensiblement nulle. Une heure après, il présenta un état vertigineux qui dura une douzaine d'heures environ. Puis les vertiges cessèrent, les douleurs diminuèrent et le lendemain il repartit en liaison avec l'infanterie. Je l'ai suivi tous les jours, l'examinant à l'otoscope et au miroir frontal chaque fois, et je n'ai pu qu'assister à une évolution tout à fait banale de sa lésion. Après vingt jours, toute trace d'hémorragie avait complètement disparu et quelques mois après, l'ayant examiné, j'ai constaté une petite tache blanchâtre à la place de l'hémorragie.

Pour mon compte, je n'ai jamais observé de perforation du tympan autour de pièces tirant normalement, même autour des pièces réputées les plus dangereuses: les quelques perforations qu'il m'a été donné de voir étaient dues soit à des éclatements de projectiles ennemis, soit à des éclatements de pièces françaises.

La lésion la plus constante et celle que l'on rencontre le plus souvent, c'est le réveil de vieilles otorrhées. On peut dire que c'est une règle qui ne subit pas d'exceptions. La recrudescence et l'évolution de ces suppurations suit parallèlement l'évolution des tampons de cérumen. J'ai assisté au réveil de vieilles otorrhées qui étaient restées silencieuses pendant les mois que les canonniers passaient au dépôt. Je citerai ici deux observations qui sont tout à fait typiques.

Deux m'ont été fournies par des camarades médecins aides-majors aux armées ; la troisième est celle d'un canonnier de la 2e batterie du 8e régiment d'artillerie.

OBSERVATION II

Le camarade X... a eu une otite suppurée en 1898. En 1908 il eut, à la suite d'une affection contractée à la salle de dissection, un réveil de son otite. Puis tout rentra dans l'ordre. En 1917, à l'attaque de l'Aisne, étant médecin aide-major au groupe du 8e régiment d'artillerie de campagne, il avait son poste de secours dans l'axe de tir d'une batterie de 120 long. Au bout de quinze jours de position, il vint me trouver pour son oreille. Le fond de la caisse était rouge, un pus légèrement fétide s'en écoulait. Pendant le repos assez court qui suivit cette attaque, je pus diminuer son otorrhée sans pouvoir l'arrêter complètement. Depuis cette époque, le régiment étant presque toujours en batterie, il fit à plusieurs reprises de poussées d'infection du côté de son oreille. Ce n'est guère que depuis l'armistice qu'il n'a plus à se plaindre de son oreille.

Enfin je terminerai par l'observation d'un camarade, médecin aide-major aux armées. Je la cite telle qu'elle m'a été donnée.

OBSERVATION III

Le camarade X... a été « soufflé » par l'explosion très rapprochée d'un obus de 150, le 28 mai 1915 ; renversé par le choc, il se relève puis tombe en syncope. Revenu à lui, il se plaint d'une douleur intense du côté droit et de douleurs

multiples sur tout le corps. Malgré l'intensité d'une douleur costale, il peut rejoindre le poste de secours où le médecin constate une fracture de côte à droite. Des accidents dyspnéiques étant apparus la nuit, X... fut évacué le lendemain. Examiné à l'hôpital de Z..., on ne constata aucune lésion de l'oreille droite. Vers le cinquième jour, il se plaint de douleur au niveau de l'oreille droite, de bourdonnements, et en même temps apparaissent des vertiges. Ces divers accidents évoluèrent rapidement ; les vertiges disparurent, ainsi que les bourdonnements d'oreille. Cependant, on notait toujours une certaine diminution de l'acuité auditive de ce côté. Un examen, pratiqué par un spécialiste cinq mois après, révélait de la sclérose du tympan droit. Il ne fut fait aucune tentative de traitement.

En août 1917, sur l'Aisne, le docteur X... se trouvait dans un abri à 300 mètres devant une batterie de 155 court ; l'axe de tir des pièces correspondant à l'axe de la porte. A ce moment X... fut repris de maux de tête, de bourdonnements et de vertiges. Depuis ce temps chaque détonation, chaque départ étaient pour lui une sensation douloureuse.

OBSERVATION IV

Le canonnier X..., de la deuxième batterie du 8e régiment d'artillerie, est un homme qui est resté au dépôt de son régiment jusqu'en février 1916. A ce moment, le régiment ayant eu de fortes pertes à Verdun, il fut envoyé en renfort. Dans ses antécédents personnels, on ne relevait qu'un écoulement d'oreille qui était survenu à la suite d'une fièvre scarlatine, à l'âge de 12 ans. Depuis cette date son attention n'avait jamais été attirée du côté de son oreille. A l'examen, on notait un vaste délabrement de son tympan droit. Seul un arc inférieur et postérieur subsistait. Dix jours après son arrivée à la

position de batterie, il vint me trouver pour un écoulement d'oreille. Je constatai alors un fond de caisse très irrité laissant suinter un pus à odeur fétide. A ce moment, la division partit au repos. Nous fîmes des étapes fort longues par le mauvais temps. Les batteries cantonnées loin les unes des autres arrivaient tard au cantonnement. Il nous était difficile de lui donner les soins que son état comportait. Comme les évacuations étaient chose impossible, je le gardai à sa batterie. Lorsque nous arrivâmes au repos, son otorrhée était déjà moins violente. Je n'eus aucune peine à lui assécher son oreille complétement en une dizaine de jours.

Le 1er juillet 1916, nous attaquions sur la Somme. Après huit jours de tirs intenses pour la préparation, il présentait une telle otorrhée que je dus le confier au médecin des échelons. Au bout de quinze jours, il me fut renvoyé complétement guéri. Mais à peine avait-il fait quelque jours de position que son oreille coulait à nouveau. Je le renvoyai aux échelons où il resta jusqu'au repos. C'est le même canonnier qui, lors de l'offensive 1917, me servit à rédiger l'observation que j'ai reproduite un peu plus loin, lorsque nous étudions l'efficacité de nos obturateurs (page 39).

CHAPITRE II

Action mécanique au départ d'un coup de Canon

Le fait de constater que les déflagrations dues au départ d'un coup de canon provoquaient des lésions auriculaires ne nous suffisait plus. Dès le mois d'octobre 1915 j'entrepris, avec mon ami, le lieutenant d'Andon, des recherches sur l'ordre de grandeur des variations de pression autour d'un canon qui tire. Ce qui nous intéressait également, c'était de savoir quel était le sens de ces variations. Les résultats que nous avons obtenus ne sont évidemment qu'approximatifs, étant donné les appareils rudimentaires que nous avions à notre disposition et les conditions précaires de nos expériences. Notre appareil de mesure consistait en une sorte d'ampoule de Maret constituée par une boîte de cirage dont le couvercle avait été rem-

placé par une membrane de caoutchouc (feuille anglaise). La masse d'air emprisonnée dans cette enceinte était constante, les variations de pression extérieure faisaient sortir ou rentrer la membrane à laquelle était fixé un levier léger tournant autour d'un point *o*, solidaire de la caisse C.

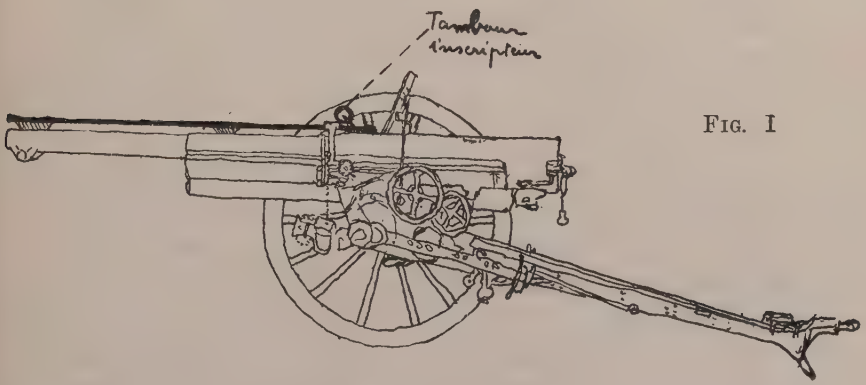


Fig. I

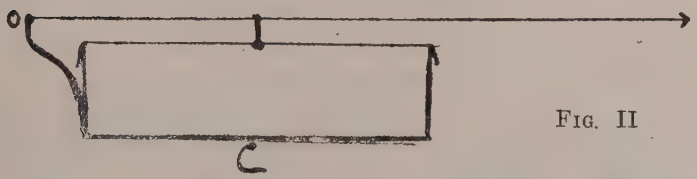


Fig. II

Voulant nous rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles se trouvent les hommes du peloton de pièce, nous avions placé notre capsule de telle façon que la membrane se trouvait parallèle au tympan droit du pointeur et sensiblement à la même place que celui-ci. A cet effet elle était solidement arrimée à l'appareil de pointage. Le levier d'inscription était disposé suivant le grand axe d'une planche longue de deux mètres environ qui était solidement fixée sur la partie supérieure du tube du canon, depuis la jaquette jusqu'aux galets de bouche.

Au moment du départ du coup de canon, cette planche suivait le mouvement de recul du tube et était animée d'un mouvement de translation en arrière et le style inscrivait ses déplacements sur une feuille de papier fixée sur elle.

Les graphiques ainsi obtenus ne sont pas identiques à ceux que l'on aurait obtenu avec un cylindre enregistreur animé d'une vitesse uniforme, et sur lesquels les temps se mesurent par les longueurs comptées suivant le déplacement. Mais ici, la loi du mouvement du recul étant toujours la même pour une même inclinaison du canon, les résultats de diverses expériences sont comparables et s'il était nécessaire de connaître rigoureusement les temps, il suffirait de faire inscrire sur la même feuille de papier les vibrations d'un diapason, ce qui donnerait la loi du mouvement de recul du tube.

Il est à peine besoin de dire que nous nous sommes contenté de ce mode d'inscription en raison de difficultés qu'aurait présentées tant pour son transport que pour son installation un dispositif à cylindre enregistreur.

1° Outre les ondes vibratoires qui produisent des sons à tonalités variables;

2° Les courbes que nous avons obtenues nous ont permis de distinguer au départ d'un coup de canon un ébranlement en masse de l'air, qui produit sur les corps

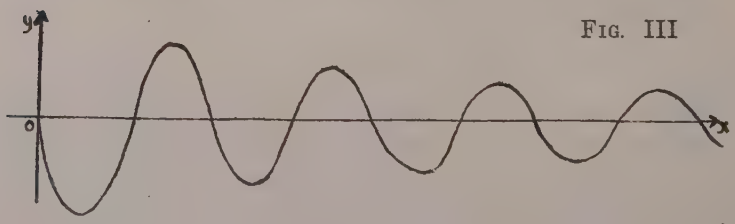


Fig. III

environnants un choc aérien. C'est ce choc aérien qui, venant frapper sur les tympans, produit de graves lésions auriculaires, soit au niveau du tympan lui-même, soit au niveau du système labyrinthique.

Avec l'appareil que j'avais monté, j'ai enregistré une forte diminution de pression suivie immédiatement d'une augmentation de pression, puis d'une diminution moins forte que la première. En général, au bout de cinq ou six périodes, l'air avoisinant immédiatement la pièce était à peu près revenu au repos. La courbe ainsi obtenue est approximativement une sinusoïde amortie.

Certains auteurs ont pu, par des expériences faites dans des champs de tir, avec la tranquillité et les ressources du laboratoire, mettre en évidence avant cette diminution brusque de pression une légère suppression. La sinusoide prend alors la forme représentée par la fig. IV.

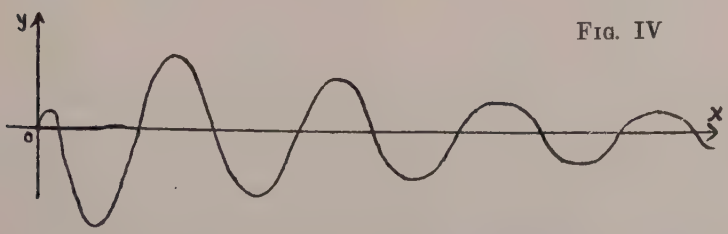


Fig. IV

Les résultats sont d'ailleurs très variables avec l'emplacement de la capsule et son orientation; notre but n'était pas d'explorer au point de vue physique tout l'espace avoisinant la bouche du canon, mais bien de nous rendre compte de ce qui se passe en un point déterminé, et nous avons choisi l'endroit où se trouve l'oreille du pointeur.

Qu'il y ait ou non un crochet de compression, nous ne retiendrons qu'une seule chose, c'est que l'oreille des canonniers est soumise à des alternatives de pression et de dépression dont la valeur absolue va en diminuant rapidement. Ces variations de pression sont dues à la brusque expansion du gaz produit par la combustion de la poudre contenue dans la cartouche au moment où le projectile débouche du canon.

D'une manière générale, la pression atmosphérique pouvant être considérée comme constante, plus la masse de poudre utilisée et plus la pression restante au moment où le projectile sort seront grandes, plus l'intensité du phénomène sera marquée. A cet égard, la vitesse initiale du projectile qui est connue pour un canon donné avec un lot de poudre déterminé, peut fournir d'utiles indications. Elle est en effet pratiquement liée dans les types de canon actuellement en usage, à la masse de poudre qui est utilisée pour communiquer au projectile de poids déterminé, cette vitesse initiale.

Prenons à titre d'exemple le 155 court Schneider, modèle 1915-1917, pour lequel les tables de tir donnent les vitesses initiales et les pressions avec l'obus allongé de 155 qui sont compris dans le tableau ci-dessous :

CHARGES		VITESSES INITIALES	PRESSIONS
Numéro	Poids	en mètres par sec.	en KGS par Cm 2
1.....	1,765	329	1 080
2.....	1,640	286	820
3.....	1,220	253	640
4.....	1,020	226	490
5.....	0,880	207	390

Ce tableau a été établi pour la poudre B. S. P. La seule inspection de ces chiffres montre que les pressions crois-

sent beaucoup plus vite que les vitesses initiales que l'on se propose de réaliser. Par exemple, s'il y avait proportionnalité entre les vitesses initiales et les pressions, en partant de la vitesse de 207 mètres, correspondant à la pression de 390 kg. par centimètre carré, pour la vitesse de 329 mètres on devrait trouver une pression de 620 kg. par centimètre carré, alors qu'elle est en réalité de 1.080 kg. par centimètre carré. Toutes choses égales d'ailleurs, il en résulte donc que les canons à grande vitesse initiale donneront au départ du coup un choc aérien plus violent et par conséquent seront beaucoup plus dangereux pour les oreilles des artilleurs.

Me trouvant dans la Somme, lors de l'attaque du 1er juillet 1916, au milieu d'une accumulation d'artillerie que l'on n'avait jamais connue et que d'ailleurs nous n'avons jamais revue, je pus me rendre compte que les artilleurs pouvaient être rangés en deux catégories bien distinctes au point de vue des lésions auriculaires :

1° Ceux qui servent des pièces tirant des projectiles à grande vitesse initiale;

2° Ceux qui servent des pièces des projectiles à faible vitesse initiale.

Le fait de demander à l'homme qui se présentait à la visite à quelle batterie il appartenait, nous permettait de faire presque à coup sûr un diagnostic exact de sa lésion.

CHAPITRE III

La Protection de l'Oreille des Artilleurs

Les chapitres précédents ont nettement mis en évidence la nécessité d'une protection efficace si l'on ne veut pas exposer les artilleurs à des traumatismes dont les conséquences lointaines peuvent être graves. Le service de santé a laissé systématiquement de côté cette question. Néanmoins la chose était prévue par le règlement puisque dans le coffre du canon de 75 de campagne, une place est réservée à une certaine quantité de coton non hydrophile, destiné à obturer le conduit auditif externe des servants. Pour qui a vécu la vie des artilleurs, il est connu qu'ils cherchent tous à éviter le bruit du canon et à se protéger les oreilles. J'ai encore présent à la mémoire cette photographie qui représentait un 75 faisant un tir de nuit. Personne n'était prévenu de cette photographie.

Tous les canonniers sans exception tournaient la tête et se bouchaient les oreilles avec leurs doigts.

Dans ce chapitre nous allons passer en revue, au point de vue purement descriptif, les différentes méthodes proposées pour la protection de l'oreille et les appareils auxquels elles ont donné naissance. Nous nous sommes basé, pour établir cette liste, sur l'ordre chronologique dans lequel nous avons eu connaissance des différents appareils; c'est d'ailleurs sensiblement celui dans lequel ils ont fait leur apparition.

Nous laisserons pour les chapitres suivants l'examen des résultats qu'ils nous ont donné.

1° Les artilleurs utilisent très souvent, pour se protéger les oreilles, au cours des tirs peu rapides, le procédé suivant qui est relativement assez actif. Se mettre dans l'axe du canon qui tire et ouvrir largement la bouche au moment du départ du coup. Cette pratique favorise le rétablissement de l'équilibre des pressions sur les deux faces du tympan. On comprend qu'elle peut être très efficace à la seule condition qu'il ne se trouve aucun obstacle sur le trajet de la trompe d'Eustache et que l'air puisse arriver librement et rapidement dans l'oreille moyenne;

2° Le moyen qui est encore le plus usité dans l'armée, car c'est celui qui coûte le moins cher et qui se trouve décrit dans le règlement, c'est le tampon de coton. Les expériences de laboratoire ont prouvé que son efficacité était nulle. Au moment où il serait assez serré pour être efficace, il empêcherait totalement le passage des ondes sonores de faible amplitude telle que la parole. Le ca-

nonnier est à ce moment complètement sourd, il n'entend rien de ce qui se passe autour de lui, ni les commandements ni les obus ennemis pouvant arriver dans son entourage. On a également préconisé, pour rendre le procédé plus efficace, l'imbibition du tampon de coton par de la vaseline ou de la glycérine. Evidemment, l'obturation obtenue est beaucoup plus complète, mais l'acuité auditive est absolument nulle. Au point de vue protection, c'est un procédé qui peut être bon, mais quel est donc le canonnier qui, quel que soit son courage, acceptera de vivre sans rien entendre et de ne pas pouvoir faire le traditionnel « plat-ventre » à l'arrivée d'un obus. Lorsqu'on est dans un secteur agité, instinctivement on cherche à se rendre compte de la direction du tir ennemi et on tient à être prévenu de l'arrivée d'un obus qui pourrait vous atteindre. De plus, un canonnier a besoin d'entendre tous les commandements, car les tirs sur but fixe n'ont eu qu'un temps et, avec la guerre de mouvement, a recommencé le tir sur but mobile qui nécessite un changement fréquent des éléments du tir.

3° *Cheville de bois.* — L'appareil réglementaire dans l'armée suisse, pour la protection des artilleurs, consiste en une petite cheville de bois destinée à être introduite dans le conduit auditif externe. Il est certain que ce procédé permet une obturation très complète du conduit, mais son efficacité s'achète au prix d'une surdité complète.

4° *Bille de verre.* — On a également préconisé l'emploi d'une bille de verre enduite de vaseline ou de glycérine.

PLANCHE I

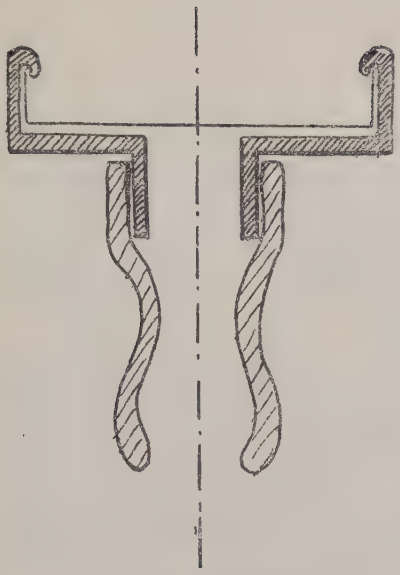


Fig. I. — Tympanophile

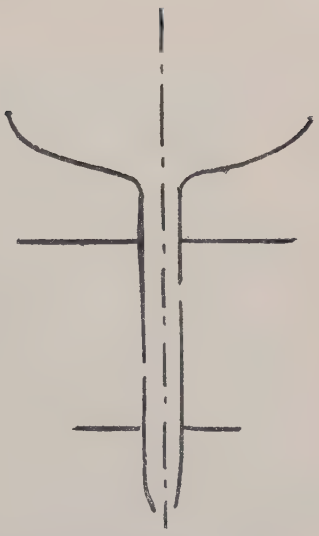


Fig. II. — Appareil anglais

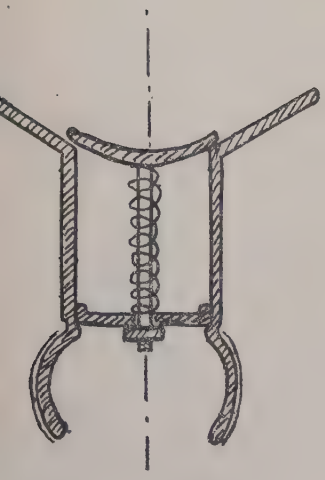


Fig. III. — Perd-son

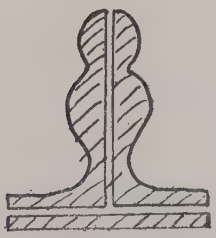


Fig. IV.
Appareil Mariotti

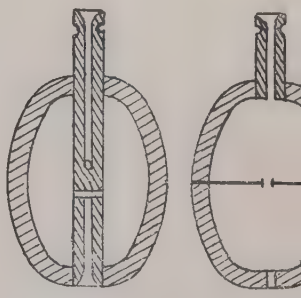


Fig. V. — Obturateur Vera

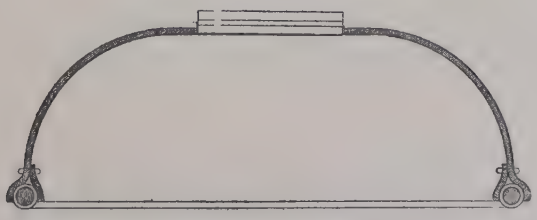


Fig. VI. — Coupe-son Lainé

Cette bille, au moment d'un choc aérien violent, doit venir s'accoler au tympan et le protéger. Le traumatisme par la bille est-il préférable à celui du choc aérien? La question ne se discute même pas. Cet appareil, comme le précédent, se passe de commentaires.

5° *Protecteur Mariotti.* — L'appareil Mariotti est constitué de la façon suivante. Dans une masse de substance moulée, analogue à la stéatite, et ayant à peu près la forme d'un pion d'échec, se trouve percé un conduit en T. Les deux extrémités de la branche transversale s'ouvrent au niveau du pied de l'appareil qui est constitué par un petit disque; l'autre branche débouche à l'extrémité de l'appareil qui est introduite dans l'oreille. D'après l'auteur, les ondes aériennes viennent buter contre le disque et ne peuvent entrer librement dans la branche transversale du T. Elles se trouvent brisées et leur effet atténué. Mais l'auteur a sans doute oublié le rôle du pavillon de l'oreille. Si cet organe ne remplissait pas le rôle de condensateur pour toutes les ondes, le protecteur Mariotti pourrait être un appareil rendant des services.

6° *Coupe-son du docteur Lainé.* — L'appareil imaginé par le docteur Laîné et vendu sous le nom de « Coupe-son », est constitué par une paire de calottes en aluminium et embouties destinées à être placées sur chaque oreille. Le bord de ces calottes est muni d'un petit bourrelet pneumatique destiné à assurer l'étanchéité du joint, malgré les différentes conformations des squelettes. Au centre de la boîte, qui est percée d'un trou, est assujetti

un trou en chicane dont le rôle est de briser l'onde aérienne. L'extérieur de ces boîtes est recouvert d'une couche de feutre qui n'atténue qu'imparfaitement le bruit de coquillage produit par ces appareils. De plus, les coupe-son sont difficiles à fixer et fort embarrassants.

7° *Appareil anglais.* — L'appareil officiel de l'artillerie anglaise est constitué par une tige en celluloïd d'environ 4 à 5 millimètres de diamètre, percée d'un conduit axial. Cette tige porte deux disques de caoutchouc qui permettent de l'assujettir dans le conduit auditif externe. L'espace emprisonné entre les deux disques de caoutchouc est mis en relation avec le conduit axial par un conduit perpendiculaire au précédent. L'onde aérienne produite dans le voisinage d'une oreille munie de cet appareil ne peut venir frapper le tympan qu'après avoir traversé le conduit axial. Grâce au canal perpendiculaire, une partie de cet air sous pression peut venir se détendre dans la capacité comprise entre les deux disques de caoutchouc.

8° *Perd-son.* — C'est un appareil extrêmement ingénieux qui n'a qu'un seul inconvénient, c'est d'être beaucoup trop compliqué. C'est un instrument de précision. Il consiste en une petite olive métallique percée d'un canal axial et destinée à être introduite dans le conduit auditif externe. Au centre de cette olive est disposé un petit clapet très léger, en aluminium, maintenu ouvert par un ressort à boudin de force convenable. Dans la position du repos, les ondes sonores de faible amplitude passent librement, mais dès qu'une suppression violente vient se produire dans le voisinage, la soupape se ferme

et l'oreille est protégée. Il est à remarquer tout de suite que l'appareil ne peut fonctionner que dans un seul sens : à la compression. De plus, le moindre grain de poussière peut gêner son fonctionnement.

9° *Tympanophile.* — Il est constitué par une petite monture en aluminium qui se raccorde sur le conduit auditif externe par un joint en caoutchouc. Dans cette monture est sertie une lame mince de mica qui peut vibrer sous l'influence de la parole et la transmettre au tympan. Au moment d'un choc aérien, cette lame de mica vient obturer complètement le conduit auditif en se plaquant contre le fond de la monture et l'oreille est parfaitement protégée. On peut remarquer que, pour que l'appareil fonctionne, comme dans le cas précédent, il faut qu'on ait affaire à des compressions uniquement et non à des dépressions. Or, nous avons vu qu'en général les variations de pression débutent par une dépression qui a la plus grande valeur absolue.

10° *Obturateur Verain.* — Frappé par les inconvénients des différents systèmes que nous venons d'étudier rapidement, j'ai pensé, avec mon frère, qu'on pourrait peut-être faire un appareil répondant mieux aux besoins de la protection.

Le double problème que nous nous sommes proposé de résoudre est le suivant :

a) Briser le choc de l'ébranlement gazeux;

b) Permettre à l'homme d'entendre les commandements et le sifflement des obus qui peuvent arriver près de sa pièce.

En un mot, nous avons cherché à ne pas isoler l'artilleur de tout ce qui se passe autour de lui et à lui permettre de vivre comme s'il ne portait aucun appareil.

Nos obturateurs reposent sur un principe qui n'est pas nouveau. Ce principe est l'utilisation de la très grande résistance qu'offre à un déplacement gazeux un conduit dont la section est alternativement large et étroite. C'est un fait bien connu des chimistes qui, lorsqu'ils font des distillations à la pression atmosphérique, mettent l'enceinte dans laquelle se fait la condensation en relation avec l'atmosphère, par un tube fin dans lequel ils ont soufflé quelques boules. Ce tube n'a pas besoin d'être très long.

Le piston annelé de la machine pneumatique de Deleuil, décrit dans tous les traités élémentaires de physique, est une application du même principe. Il consiste en un cylindre métallique qui peut se déplacer dans un corps de pompe d'un diamètre légèrement supérieur, de sorte qu'il n'y a pas de contact entre eux. Dans la paroi du cylindre qui sert de piston on a ménagé des cannelures analogues à celles dans lesquelles sont disposés les segments dans les moteurs d'automobile. Ces cannelures constituent autant de chambres de détente mises en relation entre elles par des passages très étroits. L'air, pour filtrer entre le piston et le cylindre, est obligé de passer par ces étranglements. Il se détend dans les parties réélargies. Si le mouvement du piston est assez rapide, il n'y a que de très faible fuites le long des parois et l'on peut, avec cet appareil, atteindre des vides relativement élevés. Ce phénomène trouve son explication dans la très grande viscosité de l'air atmosphérique. Lorsque l'air,

après avoir franchi un étranglement, se détend dans une chambre de détente ménagée à cet effet, les remous qui en résultent absorbent une très grande quantité d'énergie en raison du frottement interne élevé dans le gaz et s'opposent au déplacement de l'air d'une façon d'autant plus efficace que les déplacements d'air sont plus violents : l'énergie absorbée par les remous est sensiblement proportionnelle au cube de la vitesse du courant d'air.

Telles sont les considérations d'ordre physique qui nous ont guidés dans la mise au point de nos obturateurs. Nous avons cherché à obtenir un appareil qui soit reversible, c'est-à-dire qui puisse marcher à la compression aussi bien qu'à la dépression.

L'exposé de l'application de ces principes sera fort bref, car notre appareil est fort simple. Les obturateurs à chambre de détente consistent en une olive creuse en celluloïd de dimensions convenables, pour se loger dans le conduit auditif externe et l'obturer aussi complètement que possible dans sa partie molle. L'olive a 12 millimètres dans son grand axe et 9 à 10 millimètres à l'équateur. La chambre de détente est constituée par la capacité intérieure de cette olive. Cette chambre de détente est mise en relation avec l'air extérieur et avec le fond de l'oreille par deux fins conduits en T placés dans des plans rectangulaires à l'intérieur d'une tige qui traverse l'olive suivant son grand axe. La tige dépasse l'olive d'un des côtés et se termine par un petit bouton qui sert à manipuler l'appareil : à le mettre en place et à le retirer. Telle est la construction du modèle représenté par la fig. n° 5 de la planche n° 1. Nous avons établi un autre modèle dont la capacité intérieure est partagée en deux parties

par une mince cloison en celluloïd percée d'un trou fin. Il est clair que dans cet appareil l'effet amortissant est bien dû aux chambres de détente successives que l'air est obligé de traverser avant d'arriver au tympan. L'effet légèrement brisant des conduits en T du premier système est supprimé et l'efficacité de l'appareil est absolument identique dans les deux cas.

Etudions le fonctionnement de l'appareil. L'air est à une pression P; une partie de cet air passe dans le fin conduit qui débouche au niveau du bouton de l'appareil et arrive par l'intermédiaire du T supérieur dans la chambre de détente. Il s'y détend et passe à une pression P' notablement inférieure à P. L'air passe ensuite dans le deuxième T et arrive dans une deuxième chambre de détente constituée par le conduit auditif externe obturé dans sa partie extérieure par le tympan lui-même; l'air se détend une deuxième fois et passe à une pression P''. Dans notre appareil, aucune valve, aucun clapet pouvant se dérégler et se salir. Il a surtout l'avantage de pouvoir fonctionner soit à la compression, soit à la dépression indistinctement, étant symétrique et les lois physiques sur lesquelles nous nous sommes appuyés restant les mêmes dans les deux cas.

L'énergie aborbée par les remous de l'air, avons-nous dit, est sensiblement proportionnelle au cube de la vitesse du courant d'air. D'après ce principe, plus la pression sera élevée ou, plus exactement, plus la différence de pression sera forte, plus la protection sera efficace. Si nous faisons le même raisonnement, mais en sens inverse, c'est-à-dire en considérant des différences de pression évoluant vers une pression plus basse, la diminution

de transmission sera moins grande. Donc des mouvements vibratoires comme celui de la parole et du sifflement d'un obus qui n'entraînent que des déplacements de l'air très faibles ne seront gênés en rien par nos appareils qui doivent les transmettre intégralement avec la plus grande fidélité. Une dernière objection que l'on peut faire à notre appareil, est l'affaiblissement des sons qu'il pourrait produire en les obligeant à se défracter en passant à travers un passage étroit. Il est à prévoir que l'étranglement se trouvant dans l'oreille même, le phénomène de diffraction aura peu d'importance.

Dans le chapitre suivant nous verrons comment les résultats ont répondu à notre théorie.

11° M. le professeur JACQUES, au XXXI[e] Congrès français d'Oto-rhino-laryngologie faisait la communication suivante, le 14 mai 1919 :

. . . . . Les attitudes et manœuvres recommandées aux canonniers sont plus théoriques qu'efficaces. Quant aux appareils protecteurs tous basés sur le principe de l'interposition entre le milieu ambiant et la caisse d'une chambre de détente, la plus simple et la mieux tolérée consiste en une capsule médicamenteuse ovoïde de gélatine vidée de son contenu et percée d'un trou à ses deux pôles.

CHAPITRE IV

De l'Efficacité des différents Modèles de Protecteur d'oreilles

Parmi les différents dispositifs de protection des oreilles que nous avons passé en revue dans le chapitre précédent, le Sous-Secrétariat des Inventions, au mois de juillet 1917, avait retenu comme particulièrement intéressant, le tympanophile, le perd-son et les obturateurs système Verain. Nous relaterons dans ce chapitre les expériences de laboratoire auxquelles j'ai pris part au Muséum pour établir un classement et permettre, le cas échéant, de désigner un protecteur officiel pour les artilleurs français.

Les autres appareils n'avaient pas été retenus comme ne présentant pas de garanties suffisantes. La Commission d'études du Muséum, sous la direction de M. le pro-

fesseur Lapicque, se bornait à étudier la perméabilité des différents obturateurs pour les sons faibles seulement, tels que la parole. Le dispositif employé était le suivant : un aide déplaçait une montre suivant un fil tendu au travers d'une pièce. Un expérimentateur plaçait une de ses oreilles à proximité d'une extrémité du fil et l'on déterminait la distance à laquelle le tic-tac n'était plus entendu nettement. On recommençait ensuite l'expérience l'oreille étant munie d'un type d'obturateur déterminé. Dans l'un et l'autre cas, on prenait comme résultat définitif la moyenne d'un certain nombre de déterminations faites en éloignant ou en rapprochant la montre.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

OBTURATEUR EMPLOYÉ	EXPÉRIMENTATEURS		
	I	II	III
—	—	—	—
Oreille nue.....	83	89	78
Tympanophile.....	58	63	65
Obturateur Verain....	66	68	64
Perd-Son.....	83	87	82

Lors de la création de nos obturateurs, nous nous étions également préoccupé de déterminer le trouble qu'ils apportaient dans la perception des bruits faibles d'une part, et de leur efficacité au point de vue de la protection de l'oreille contre les chocs aériens d'autre part.

En se munissant les oreilles d'obturateurs et en les conservant pour se livrer à ses occupations habituelles, on peut se rendre compte qu'on éprouve au début une légère gêne mécanique due à la présence d'un corps étranger dans l'oreille, de la même façon que lorsqu'on porte

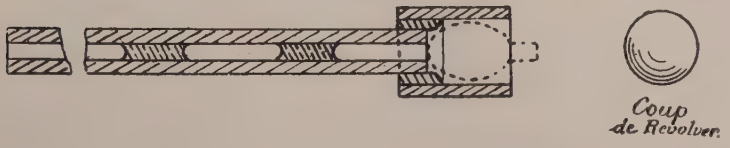
une bague à laquelle on n'est pas habitué, mais l'audition n'est pas altérée d'une façon appréciable. Pour éliminer de l'examen toute appréciation personnelle, nous avons eu recours à l'emploi d'un appareil d'enregistrement phonographique. Le ronéophone s'est trouvé remplir d'une façon tout à fait avantageuse les conditions exigées pour notre expérience. Cet appareil se compose essentiellement d'un cylindre de cire sur lequel un diaphragme inscripteur de phonographe inscrit les paroles prononcées dans un cornet disposé *ad hoc*. Un dispositif très simple permet de substituer instantanément au diaphragme inscripteur un diaphragme reproducteur avec cornet amplificateur ou avec cornet acoustique.

Nous avons fait au ronéophone des enregistrements dans les conditions suivantes. Un même texte était lu successivement de la même façon avec interposition et sans interposition d'un appareil protecteur placé dans le fond du cornet. A la reproduction les différents types d'obturateurs se plaçaient de la façon suivante : le perd-son n'apportait aucune modification. Les obturateurs adoucissaient le nasillement bien connu du phonographe sans enlever ni intensité ni netteté à la parole. Quant au tympanophile, les résultats qu'il donnait étaient tellement variables d'un échantillon à l'autre qu'il était impossible d'en tirer une conclusion. Cela tient sans doute aux irrégularités des lamelles de mica et à leur sertissage dans la monture.

Pour l'étude de l'efficaité de nos appareils pour la protection de l'oreille contre un choc aérien, nous avons été amené à mettre au point une méthode à la fois simple et précise, dont voici le principe. Elle nous a permis de

chiffrer le rapport dans lequel est réduite l'énergie du choc du déplacement d'air dans le voisinage d'une explosion quand un obturateur est ou n'est pas interposé.

Voici, en quelques mots. le principe de l'appareil : un tube calibré, rigoureusement horizontal, contient une



goutte de liquide. Le liquide le plus convenable pour cet usage est le toluène. Cette goutte de liquide est amenée au voisinage de l'extrémité du tube en face d'un trait de repère. Si l'on tire un coup de fusil ou de revolver à quelque distance de l'ouverture du tube, l'axe du canon étant perpendiculaire à celui du tube, le choc de l'air sur le ménisque le repousse avec une certaine vitesse. L'index s'arrête lorsque toute l'énergie qu'il a reçue du choc a été dépensée en travail de frottement du liquide contre les parois du tube.

Si on utilise toujours les index de même longueur, les déplacements constituent donc une mesure de l'énergie du choc qui est précisément la cause des désordres auriculaires. L'extrémité du tube qui se trouve la plus rapprochée de l'arme qui tire peut être coiffée par un embout de caoutchouc destiné à recevoir un obturateur en laissant derrière lui une chambre de capacité comparable à celle qui se trouve dans l'oreille munie d'un protecteur.

Nous avons exposé cette méthode à la Commission d'examen du Muséum qui l'a adoptée.

Le tableau ci-dessous fait connaître les résultats obtenus par cette méthode sur le front de Lorraine.

	Sans obturateur	Tympanophile	Perd-Son	Verain
Revolver.....	35 mm.	12	35	7 mm.
Fusil.....	Index pulvér.	13	Pulvérisé	3 mm.
Mitrailleuse.....	—	15	38	2 mm.
Canon de 75.....	—	13	25	Inappréciable
Canon de 155 Schneider..	—	11	15	—

Nous terminerons ce chapitre par quelques remarques qui nous ont été suggérées par l'emploi des divers obturateurs au front.

En ce qui concerne le tympanophile (le Mariotti est d'ailleurs susceptible de la même critique) la plus grande partie de l'appareil et par conséquent son centre de gravité se trouve en dehors de l'oreille : il est, de ce fait, assez difficile de l'assujettir malgré son embout de caoutchouc. Une autre critique beaucoup plus grave s'adresse à l'emploi du mica comme membrane vibrante dans un appareil destiné à fonctionner auprès des canons. Un artilleur n'aurait jamais commis pareille maladresse, car ils savent tous combien vite se détériore les micas des lanternes pliantes qu'on leur donne pour le service de la pièce. Les variations de pression dues au départ du coup provoquant la dilatation et la compression de l'air occlus entre les différentes couches de mica ; ce dernier ne tarde pas à devenir opaque et à perdre toute son élasticité. N'étant plus élastique, sa résistance n'est plus assez grande et il se rompt au premier choc. Le constructeur devait sans doute le savoir, car il fournissait des rondelles de mica de rechange avec chaque appareil.

CHAPITRE V

Résultats médicaux obtenus avec les Obturateurs à chambre de détente

Mais ce qui encore plus que les expériences de laboratoire peut nous permettre de prouver l'utilité et l'efficacité des obturateurs, ce sont les observations médicales que nous avons pu rassembler dans l'artillerie de la 11e division, dont tous les canonniers étaient munis d'obturateurs. Nous aurions voulu consacrer ce chapitre à l'étude comparative des différents modèles d'obturateurs. Nous n'avons pu le faire, toutes les demandes d'appareils sont restées sans réponse.

Les résultats que nous allons donc donner sont ceux que nous avons obtenus avec les obturateurs à chambre de détente.

1° Pendant la longue période d'offensive du 16 avril 1917 au 10 juillet 1917, il n'y a pas eu un seul cas d'évacuation pour lésion auriculaire dans toute l'artillerie de la 11e division.

2° Le nombre des hommes atteints de tampon de cérumen était considérable; il ne se passait pas une journée sans que nous ne soyons obligé d'intervenir pour pratiquer l'extraction d'un ou deux tampons. Depuis l'emploi des obturateurs, cette affection est devenue une rareté, et c'est à peine si nous en avions un cas par mois.

3° Les canonniers qui se plaignaient de bourdonnements et de sifflements d'oreille ont vu disparaître ces symptômes.

Je citerai les observations suivantes :

OBSERVATION V

Le maréchal des logis X..., de la 1re batterie, est un vieux client. Depuis longtemps il se plaint de bourdonnements et de sifflements; son acuité auditive est fortement diminuée. A l'examen, on constate des tympans blancs mats, indiquant une réaction de sclérose. Après chaque séance de tir, il présente des périodes de surdité dont la durée varie avec celle du tir et surtout avec son intensité. Je l'ai vu, au moment des attaques du mois de juillet 1916, rester complètement sourd pendant trois ou quatre heures. Muni de nos obturateurs, je lui ait fait prendre la place du pointeur ou celle du tireur. Il m'a affirmé, et j'ai pu le constater moi-même, qu'aussitôt après une séance de tir de barrage rapide et prolongée il

entendait aussi bien qu'avant le tir. Jamais il n'allait plus aux pièces sans être muni de ses obturateurs ; cependant je n'ai pu constater chez lui d'amélioration de son acuité auditive.

OBSERVATION VI

Le canonnier X..., est pointeur depuis le début de la campagne. Ce n'est guère que vers fin juin 1916 qu'il commence à se plaindre de ses oreilles. Le premier symptôme qui a attiré mon attention chez lui, c'est le vertige. Assez peu de bourdonnement, mais une acuité auditive qui diminuait assez rapidement. Par le port d'obturateurs, tous les symptômes s'amendèrent rapidement et son acuité auditive ne tarda pas à redevenir normale.

4° Nous compléterons enfin ici l'observation n° IV.

Le canonnier X.... présentait de l'otorrhée chaque fois qu'il restait pendant un certain temps près des pièces, Je l'ai laissé depuis juin 1916 au peloton de pièce et jamais, jusqu'à la fin des hostilités, je n'ai pu constater le moindre suintement.

CHAPITRE VI

De la Protection de l'oreille chez les Aviateurs

Les aviateurs peuvent être rangés dans la même catégorie que les artilleurs au point de vue auriculaire. Tous les deux sont victimes de leur arme et présentent des lésions de l'oreille moyenne et de l'oreille interne qui sont à peu près identiques.

L'oreille des aviateurs est donc assimilable à celle des artilleurs, en ce sens qu'elle est également soumise à des chocs aériens répétés. Ce sont ces chocs qui, venant percuter le tympan, agissent comme cause prédisposante ou comme cause déterminante pour produire des troubles dont l'ensemble assez complexe a été décrit sous le nom de « mal des aviateurs ».

Etudions d'une façon toute schématique ce qui se passe autour d'un moteur d'aviation à échappement libre. Après l'explosion du mélange gazeux contenu dans un des cylindres du moteur, un certain volume de gaz provenant de la combustion est mis en liberté. Ces gaz étant à une pression très élevée provoquent dans la masse d'air environnante une augmentation de pression qui se propage de proche en proche. Cette augmentation de pression est suivie immédiatement d'une diminution de pression, puis d'une augmentation moins forte, et les phénomènes de compression et de dépression continuent à se propager tout en s'atténuant. Tout se passe comme lorsqu'on laisse tomber une pierre sur la surface d'une eau tranquille.

Mais à peine l'augmentation de pression provenant d'un cylindre s'est-elle ébauchée, qu'une autre explosion se produit, puis une troisième, puis une quatrième, etc....

Etant donné que les moteurs tournent à 1.800 tours à la minute et qu'ils ont au moins huit cylindres, le calcul montre qu'il y a 120 explosions à la seconde. Le ou les pots d'échappement se trouvent soit au-dessus, soit sur les côtés de la carlingue, et l'on se rend compte du nombre fantastique de chocs aériens qui viendront frapper le tympan d'un aviateur.

Cherchant à mettre au point un procédé d'intercommunication à bord d'avion, j'ai tout d'abord été obligé de faire une série de vols pour m'habituer à ce genre de sport. J'ai été frappé, dès mon premier vol, qui cependant n'avait pas duré une demi-heure, de l'état d'étourdissement dans lequel je me trouvais lorsque j'ai mis le pied sur le terrain. Toutes les sensations que j'éprouvais n'étaient pas neuves pour moi. Elles me rappelaient,

mais en beaucoup plus intenses, ce que j'avais déjà ressenti à plusieurs reprises lorsque j'étais resté longtemps auprès des pièces en action.

Etant donné que chez nos artilleurs, après des séances de tir prolongées on peut noter du vertige, il était logique de penser que ces traumatismes continuels sur l'oreille des aviateurs pouvaient déterminer chez ceux-ci du vertige également. Je m'empresse toutefois de faire remarquer que je n'incrimine pas uniquement les chocs aériens comme auteurs du vertige et que je tiens grand compte des troubles circulatoires dus aux variations de pression brusques.

Les premiers essais de protection de l'oreille de l'aviateur que nous avons tentés ont été faits avec nos obturateurs destinés à l'artillerie. Ils ont été absolument inefficaces. Nous avons donc cherché à améliorer notre appareil. Le but que nous nous étions proposé d'atteindre était double : il fallait permettre au pilote d'entendre son moteur tout en lui protégeant son oreille.

Nous sommes arrivés au dispositif suivant :

Une large coque en laiton assez épais embouti est de dimensions telles qu'elle recouvre le pavillon de l'oreille sans le gêner. Un large bourrelet pneumatique assure une adhèrence aussi parfaite que possible. L'intérieur est garni d'un feutre très épais, afin d'éviter la résonnance et les bruits de coquillage. Sur la partie centrale de la coque est fixé l'obturateur proprement dit. Il se compose d'une petite boîte en ébonite moulée, dont la capacité est partagée en huit compartiments périphériques et une case centrale, comme l'indique la fig. 1, pl. II. La cloison de

PLANCHE II

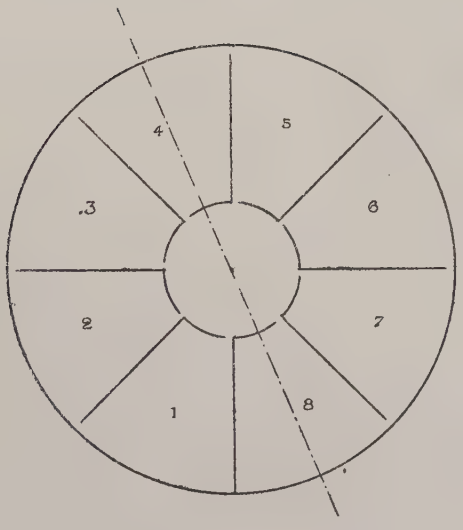


FIG. I. — Coupe du détendeur d'ondes

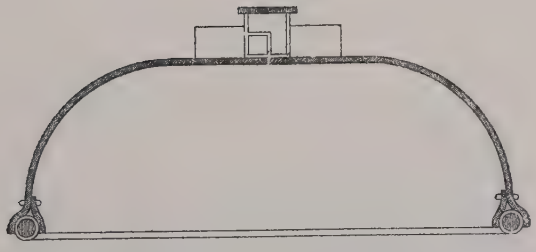


FIG. II. — Casque protecteur-écouteur d'aviation

chaque compartiment est percée d'un trou fin qui le met en communication avec les compartiments voisins. Seule la cloison qui sépare les compartiments 1 et 8 n'est pas percée. Le compartiment 1 communique par un fin conduit avec l'air extérieur. Les parois verticales des compartiments qui forment par leur réunion la case centrale sont également percées d'un trou. Dans cette case centrale peut pivoter un cylindre qui présente à sa partie supérieure un bouton qui permet de le manœuvrer. A l'intérieur de ce cylindre sont percés deux fins conduits comme le représente la fig. 2, pl. II, et qui permettent de faire communiquer l'un quelconque des compartiments périphériques avec la chambre d'écoute constituée par la capacité interne de la coque, lorsque l'extrémité du conduit horizontal se trouve en face du trou percé dans la paroi du compartiment.

Si par exemple l'orifice de la pièce centrale se trouve en face de la chambre n° 3, l'air sous pression, avant d'arriver dans la chambre d'écoute, sera obligé de se détendre dans la chambre n° 1, puis dans la chambre n° 2, puis dans la chambre n° 3 et cheminera seulement par les conduits de la pièce centrale à la chambre d'écoute. Donc, même en vol, par la simple manœuvre d'un bouton molleté, l'aviateur pourra régler son casque protecteur et interposer à volonté une à huit chambres de détente entre son oreille et son moteur.

J'ai fait de nombreux essais avec ce casque protecteur; les sensations pénibles au niveau des oreilles disparaissent complètement. J'avais mis cette question au point avec le lieutenant Marty, qui était sujet au vertige. Depuis qu'il portait son casque protecteur, il n'éprouvait aucune gêne.

Mais ce qui prouve plus que les appréciations personnelles que ce dispositif protégeait les oreilles efficacement, c'est que nous avons pu, mon frère et moi, grâce à ce dispositif, réaliser un moyen d'intercommunication à bord d'avions.

Comme nous l'avons vu, l'oreille des aviateurs est soumise à un martellement continu. Une oreille ainsi traumatisée ne tarde pas à perdre, au bout de quelques minutes de vol, une grande partie de son acuité auditive. Tous les aviateurs sont d'accord pour dire qu'au bout d'un vol de deux heures à une certaine altitude, l'intercommunication qui était possible au début de l'ascension ne l'était plus sans appareil spécial.

Donc, en protégeant l'oreille, on doit lui conserver toute son acuité et lui permettre d'entendre des bruits faibles tels que la parole. C'est ce que l'expérience nous a démontré.

Dans la coque en laiton nous avons fait déboucher un tube acoustique; ce tube acoustique était fixé à la carlingue; une de ses extrémités pouvait s'adapter au casque protecteur, l'autre était munie d'un parleur.

J'ai monté à peu près tous les appareils biplaces ou triplaces qui sont en service dans l'armée. J'ai essayé de communiquer en montée, en descente très rapide, à grande altitude, à faible altitude, au début d'une ascension, à la fin d'un vol qui avait duré plus de deux heures; je n'ai trouvé aucune différence au cours de ces expériences, et nous avons toujours pu, quelles que soient les circonstances, mon pilote et moi, nous entendre aussi distinctement que si nous n'avions pas été en avion.

Enfin, un essai officiel fut fait, en voici le rapport :

AVIATION MILITAIRE

Groupe B. 5

ESCADRILLE B. M. 141

Je soussigné, Bernard Renauld, lieutenant commandant l'escadrille B. M. 121, reconnais m'être servi de l'écouteur-parleur de M. le médecin aide-major Verain, durant le bombardement de la nuit du 2 au 3 octobre 1917 (deux heures de vol à 2.000 mètres au-dessus des lignes ennemies). Grâce à cet écouteur j'ai pu constamment communiquer avec mon observateur, ce que je ne pouvais faire jusqu'à ce jour avec l'aviophone Dupont et l'acoustique Glower.

Secteur postal 121.

Le 5 octobre 1917.

Signé : Renauld.

CONCLUSIONS

Il est prouvé :

1° Que dans l'artillerie, plus que dans n'importe quelle arme, on rencontre des lésions auriculaires : tampons de cérumen, sclérose tympanique, réveil d'otite, etc....

2° Que les chocs aériens dus au départ du coup de canon agissent comme cause déterminante ;

3° Que des appareils de protection ont fait la preuve de leur efficacité.

Donc :

4° Il eût été rationnel et prudent de protéger l'oreille des artilleurs pour les mettre à l'abri des accidents immédiats et surtout des complications futures dues à la sclérose du tympan et du système labyrinthique.

Vu :
Nancy, le 8 Août 1919.
Le Président de la Thèse,
ÉTIENNE.

Vu :
Nancy, le 8 Août 1919.
Le Doyen :
E. MEYER.

Vu et permis d'imprimer,
Nancy, le 12 Août 1919.
Le Recteur de l'Académie :
Ch. ADAM,
Membre de l'Institut

Table des Matières

Pages

AVANT-PROPOS 1

CHAPITRE PREMIER

Généralités. — Lésions auriculaires 5

CHAPITRE II

Action mécanique au départ d'un coup de canon. 16

CHAPITRE III

La protection de l'oreille des artilleurs 22

CHAPITRE IV

De l'efficacité des différents modèles de protecteur d'oreilles. . 32

CHAPITRE V

Résultats médicaux obtenus avec des obturateurs à chambre de détente 37

CHAPITRE VI

De la protection de l'oreille chez les aviateurs 40

CONCLUSIONS 47